

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ **Offenlegungsschrift**  
⑯ **DE 100 05 821 A 1**

⑯ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 05 B 3/03**  
C 03 B 5/027

DE 100 05 821 A 1

⑯ Aktenzeichen: 100 05 821.3  
⑯ Anmeldestag: 10. 2. 2000  
⑯ Offenlegungstag: 23. 8. 2001

⑯ Anmelder:  
Schott Glas, 55122 Mainz, DE

⑯ Vertreter:  
Dr. Weitzel & Partner, 89522 Heidenheim

⑯ Erfinder:  
Duch, Klaus-Dieter, Dr., 55411 Bingen, DE; Rühl, Robert, 55130 Mainz, DE; Druschke, Frank, 55116 Mainz, DE; Eichhorn, Uwe, Dr., 55126 Mainz, DE

⑯ Entgegenhaltungen:

CH	2 37 082
GB	21 54 839 A
US	29 08 738
EP	03 72 111 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Gekühlte Edelmetallelektrode zum Einstellen einer bestimmten Elektrodenoberfläche

⑯ Die Erfindung betrifft eine Elektrode zum Beheizen einer Schmelze, insbesondere einer Glasschmelze. Gemäß der Erfindung ist die Elektrode wie folgt aufgebaut:  
- mit einer Außenhülle aus einer Edelmetall oder einer Edelmetalllegierung;  
- mit einer von der Außenhülle wenigstens mittelbar umschlossenen Wärmedämmsschicht;  
- mit einem Kühlsystem zum Abführen von Wärmeenergie.

DE 100 05 821 A 1

**BEST AVAILABLE COPY**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Elektrode, die dazu bestimmt ist, eine Schmelze zu beheizen. Solche Elektroden sind insbesondere in der Glaserzeugungsindustrie bekannt. Sie sind meist stabförmig. Dabei werden über den Joulschen Effekt die für den Schmelzprozeß notwendigen Energien direkt im Glasbad freigesetzt. Der Wirkungsgrad ist dabei sehr hoch.

Neben Standard-Elektrodenwerkstoffen wie  $\text{SnO}_2$ , Molybdän oder Wolfram finden Edelmetalle vielfältige Verwendung. Sie werden immer dann gewählt, wenn es die Glasqualität erfordert, wie zum Beispiel bei optischen Gläsern, oder wenn die Korrosionsraten der Standardrefraktärmetalle, so hoch sind, daß die einzuhaltenden Glaseigenschaften negativ berührt werden oder ein wirtschaftlicher Einsatz der Elektroenergie nur bei Verwendung von Edelmetallelektroden noch vertretbar ist.

In der Regel werden diese Elektroden nicht mit 50 Hz betrieben. Die Heizfrequenz liegt im allgemeinen zwischen 3 und 10 kHz (C. Eden, Die Auflösung von Platinelektroden bei der Wechselstromelektrolyse in Glasschmelzen; Auszüge aus der Dissertation T. H. Aachen 1956).

Edelmetalle besitzen eine hohe Standfestigkeit auch gegenüber aggressiven Glasschmelzen. Oft findet man in der Praxis einen Kompromiß zwischen der erzielbaren Standzeit und den für den Prozeß notwendigen Temperaturen, da die mechanische Stabilität immer geringer wird, je mehr man sich der Schmelztemperatur nähert. Die Elektroden werden sowohl im Boden, von der Seite als auch von oben in der Schmelze eingesetzt. Der Kern dieser Edelmetallelektroden besteht vielfach aus einem Refraktärmetall wie Molybdän oder Wolfram. Beim Einsatz ist aber stets durch geeignete Maßnahmen darauf zu achten, daß ein Sauerstoffzutritt verhindert wird, da diese Werkstoffe ab circa 600°C oxidieren. Diese Metalle gewährleisten eine ausgezeichnete Stabilität bei den vorherrschenden Prozeßtemperaturen. Statt aus Edelmetall kann der Kern auch aus einem nicht metallischen Feuerfestmaterial bestehen, das bei den Einsatztemperaturen eine genügend hohe Stabilität hat.

Bei Rührern zum Homogenisieren von Glasschmelzen ist es bekannt, eine Kühlung vorzusehen – siehe DE 19 64 467 A1.

Elektroden zum Einsatz in Glasbädern sind im allgemeinen von einem Halter getragen. Dabei ist der Kern der Elektrode mit dem Halter fest verbunden, beispielsweise durch Verschrauben. Der Halter besteht in der Regel aus Edelstahl oder aus einer Edelstahllegierung. Das Vorderteil des Halters gelangt dabei in Kontakt mit dem Glasbad. Er ist deshalb aus hitzebeständigem Stahl hergestellt. Die aus Edelmetall bestehende Außenhaut der Elektrode ist mit dem Ende des Halters verschweißt. Der Halter selbst ist in der Regel wassergekühlt. Diese intensive Kühlung unterdrückt die Diffusionsvorgänge in der Nähe der Schweißnaht, verhindert das Aufschmelzen des Haltermaterials und vor allem bei Einsatz der Elektrode im Bodenbereich ein Auslaufen der Glasschmelze bei einem Elektrodenbruch.

EP 372 111 B1 beschreibt einen Elektrodenstab mit einer Kühlung, die sich am Übergang zum Elektrodenhalter befindet, und zwar in dem dem Elektrodenhalter zugewandten Teil. Diese partielle Elektrodenkühlung soll den korrosiven Angriff des Gemenges beim Einsatz von Topelektroden minimieren.

Wie oben erwähnt, ist die Temperatur des Glasbades eine kritische Größe bezüglich der Gefahr der Korrosion sowie bezüglich der Festigkeit der Elektroden. Der korrosive Angriff der Glasschmelze auf das Edelmetall beziehungsweise die Edelmetalllegierung kann beim Läutern der Glasschmelze besonders kritisch sein. Je nach eingesetztem Läu-

termittel werden Redoxgleichgewichte derart verschoben, daß Legierungsbildung des Edelmetalles(legierung) mit Glasbestandteilen auftreten kann, deren Liquidustemperatur deutlich unter der Glastemperatur liegt.

5 Ferner ist folgendes zu beachten: Heizelektroden erwärmen die Glasmasse mittels Joulscher Wärme direkt und setzen damit je nach Ausbildung des Heizkreises beträchtliche Energiemengen in der unmittelbaren Nähe der Elektrodenoberfläche frei. Die dort vorherrschenden Temperaturen 10 sind in der Regel ca. 30-100°C höher (Strahlungsleitfähigkeit des betreffenden Glases spielt die wesentliche Rolle) als im Glasbad selbst, so daß bei Prozeßstörungen schnell die Schmelztemperatur des Edelmetalles(legierung) überschritten werden kann.

15 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Maßnahmen zu treffen, mit denen eine Elektrode der genannten Art gegen die schädlichen Einflüsse zu hoher Temperaturen geschützt werden kann, und zwar bezüglich des korrosiven Angriffs, als auch bezüglich der Festigkeit.

20 Diese Aufgabe wird durch die Merkmale von Anspruch 1 gelöst. Dem gemäß wird nicht nur der Elektrodenhalter mit einer Kühlung ausgestattet, sondern der gesamte Elektrodenkörper. Die Elektrode umfaßt eine äußere Edelmetallhülle, die einen Feuerfest-Aufbau umschließt. Der Elektrode ist ein Kühlsystem zugeordnet, eingeschlossen eine Zufuhrleitung und eine Abfuhrleitung für ein Kühlmedium.

25 Durch die Erfindung wird folgendes sichergestellt: Die Oberflächentemperatur der äußeren Hülle – Edelmetall oder Edelmetalllegierung – wird stets unterhalb eines bestimmten Wertes gehalten, so daß eine ausreichende Stabilität der Hülle gewährleistet ist und der korrosive Angriff durch das Schmelzbad, insbesondere durch Läutermittel minimiert wird.

30 Durch den Feuerfest-Aufbau wird eine kontrollierte Wärmeabfuhr aus der Schmelze sichergestellt. Somit wird der Wärmeverlust aus der Glasschmelze durch den Elektrodenkörper hindurch in den Kühlkreislauf minimiert, was den Wirkungsgrad und damit die Wirtschaftlichkeit des Prozesses günstig beeinflußt.

35 Durch die Erfindung ist es ferner möglich, den Durchmesser der Bohrung im Feuerfestteil durch die die Elektrode eingeführt wird, auf mäßigen Werten zu halten, da durch die Kühlung und damit durch die niedrigeren Temperaturen die Strombelastung pro  $\text{cm}^2$  Oberfläche steigen kann. Hierdurch läßt sich der Durchmesser des Elektrodenkörpers reduzieren.

40 Als Kühlmedium kommt beispielsweise Wasser in Betracht, aber auch jedes andere Medium, das geeignet ist, Wärme abzuführen, beispielsweise ein Öl. Der Feuerfest-Aufbau wird entsprechend angepaßt (Anpassung der Wärmeabfuhr aus der Schmelze über Material und Dicke). Der Feuerfest-Aufbau kann eine oder zwei oder mehrere Lagen umfassen. Der Feuerfest-Aufbau sorgt auch für eine gewisse Vergleichsmäßigung der Temperatur, die im Bereich der Edelmetallhülle herrscht, selbst dann, wenn die Temperatur im Schmelzbad schwankt.

45 Die Erfindung ist anhand der Zeichnung näher erläutert. Die dargestellte Elektrode umfaßt eine Außenhülle 1 aus einem Edelmetall. Die Edelmetallhülle umschließt einen Feuerfest-Aufbau. Dieser weist im vorliegenden Falle zwei Lagen 2.1, 2.2 auf. Im vorliegenden Falle umschließt die Hülle 1 die äußere Feuerfestlage 2.1 unmittelbar, und die äußere Feuerfestlage 2.1 umschließt wiederum unmittelbar die innere Feuerfestlage 2.2.

50 55 60 65 66 Es ist eine Ausführungsform der inneren Elektrodenkühlung dargestellt. Man erkennt eine äußere Rohrleitung 3.1 und eine innere Rohrleitung 3.2. Beide Rohrleitungen bestehen aus Stahl. Sie sind konzentrisch zueinander angeordnet.

Ein Kühlmedium wird am Einlaß A mit verhältnismäßig geringer Temperatur dem inneren Kühlrohr 3.2 zugeführt. Es wandert zum freien Ende der Elektrode und gelangt in den Ringspalt, der zwischen dem inneren Kühlrohr 3.2 und dem äußeren Kühlrohr 3.1 gebildet ist. Es strömt in entgegengesetzter Richtung zurück, lädt sich hierbei mit Wärme aus der die Hülle 1 umgebenden Glasschmelze auf und wird im Bereich des Auslasses B mit erhöhter Temperatur abgeführt.

Für die einzelnen Parameter von Elektrode und Prozeß kommen die folgenden Werte in Betracht:

Bauform: Stab, Platte, Block, Kalotte

Aufbau: Edelmetall(legierungs)hülle, geeignete Feuerfest-Materialien, gekühlter Kern aus Metall (vorzugsweise aus Stahl(legierung))

Metallhüllenmaterial: alle Edelmetalle(legierungen), vorzugsweise Pt, PtRh10-30 (Wirtschaftlichkeit)

Metallhüllendicke: 0,1-20 mm, vorzugsweise 0,5-3 mm

Feuerfest-Materialien: Anzahl 1-10, vorzugsweise 2-3; geeignete Materialien mit entsprechender Wärmeleitfähigkeit und Temperaturbeständigkeit (z. B. Mullit)

Feuerfestdicke: 1-250 mm, vorzugsweise 5-75 mm

Glasart: alle Gläser, die bei hoher Temperatur erschmolzen oder geläutert werden müssen

Läutermittel: alle, vorzugsweise  $Sb_2O_3$ ,  $As_2O_3$ , und deren Mischungen

Temperatur: 1000-2300°C, vorzugsweise 1300-1800°C

Frequenz: 1 Hz-50 kHz, vorzugsweise 10 kHz (Platinzerstäubung)

Belastung: 0,01-5 A/cm<sup>2</sup>, vorzugsweise 0,1-0,7 A/cm<sup>2</sup> (Platinzerstäubung)

Kühlung: vorzugsweise Wasser, aber auch andere Medien, wie Luft, Gase, Öle

Kühltemperatur: 0-500°C, vorzugsweise 10-80°C

Wärmeentzug: 2-70% des entsprechenden Gesamtenergieeintrages der Elektrode, vorzugsweise 5-25%

Bohrung im Stein des Elektrodenhalters: Durchmesser 25-500 mm, vorzugsweise 50-150 mm

Einbauposition: von oben, von der Seite, durch den Boden

Standzeit: angestrebt 0,5-10 Jahre, wenigstens 2-5 Jahre

5

10

20

25

30

35

40

#### Patentansprüche

1. Elektrode zum Beheizen einer Schmelze, insbesondere einer Glasschmelze, mit dem folgenden Aufbau:

1.1 mit einer Außenhülle (1) aus Edelmetall oder einer Edelmetalllegierung;

1.2 mit einer von der Außenhülle (1) wenigstens mittelbar umschlossenen Wärmedämmsschicht (2.1, 2.2);

1.3 mit einem Kühlsystem (3.1, 3.2) zum Abführen von Wärmeenergie.

2. Elektrode nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenhülle aus Platin oder einer Platinlegierung besteht.

3. Elektrode nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenhülle eine Dicke von 0,1 bis 20 mm, vorzugsweise 0,5 bis 3 mm aufweist.

4. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmedämmsschicht aus Feuerfest-Material besteht.

5. Elektrode nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stärke des Feuerfest-Materials zwischen 1 und 250 mm, vorzugsweise zwischen 5 und 75 mm liegt.

6. Elektrode nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlsystem zwei zueinander konzentrische Rohre (3.1, 3.2) aufweist, die miteinander einen Ringspalt bilden.

7. Elektrode nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das innere Kühlrohr (3.2) einen Einlaß (A) für das Kühlmedium aufweist.

8. Elektrode nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringspalt zwischen dem äußeren Kühlrohr (3.1) und dem inneren Kühlrohr (3.2) einen Einlaß zum Zuführen des Kühlmediums aufweist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

